

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Yasushi URAKI

Application No.: (Unassigned)

Group Art Unit:

Filed: (Concurrently)

Examiner:

For: CONVERSION CHECK DEVICE, CONVERSION CHECK METHOD, AND PORTABLE
STORAGE MEDIUM THEREFOR

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith
a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2002-255803

Filed: August 30, 2002

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: 8/25/03

By: Richard A. Gollhofer
Richard A. Gollhofer
Registration No. 31,106

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

JAPAN PATENT OFFICE

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application: August 30, 2002

Application Number: Patent Application No. 2002-255803
[ST.10/C]: [JP2002-255803]

Applicant(s): FUJITSU LIMITED

October 29, 2002

Commissioner,

Japan Patent Office Shinichiro OTA

Certificate No. P2002-3085235

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月30日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-255803

[ST.10/C]:

[JP2002-255803]

出 願 人

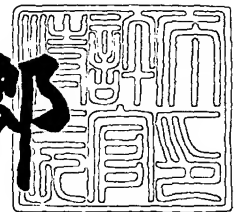
Applicant(s):

富士通株式会社

2002年10月29日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2002-3085235

【書類名】 特許願

【整理番号】 0252226

【提出日】 平成14年 8月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 17/50

【発明の名称】 変換チェック装置、変換チェック方法、プログラム及び
記憶媒体

【請求項の数】 5

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
 株式会社内

 【氏名】 浦木 靖司

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100074099

 【住所又は居所】 東京都千代田区二番町8番地20 二番町ビル3F

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 大菅 義之

 【電話番号】 03-3238-0031

【選任した代理人】

 【識別番号】 100067987

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区北寺尾7-25-28-503

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 久木元 彰

 【電話番号】 045-573-3683

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 012542

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705047

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 変換チェック装置、変換チェック方法、プログラム及び記憶媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 3 次元モデルを変換して生成された解析処理に用いる解析モデルをチェックする変換チェック装置であって、

前記解析モデルと前記 3 次元モデルとの差異を求める算出部と、

前記差異を表示する変換チェック表示部と、

を備えることを特徴とする変換チェック装置。

【請求項 2】 3 次元モデルを変換して生成された解析処理に用いる解析モデルをチェックする変換チェック方法であって

前記解析モデルと前記 3 次元モデルとの差異を求め、

前記差異を表示する、

ことを特徴とする変換チェック方法。

【請求項 3】 3 次元モデルを変換して生成された解析処理に用いる解析モデルをチェックするコンピュータによって実行されるプログラムであって、

前記解析モデルと前記 3 次元モデルとの差異を求め、

前記差異を表示する、

ことを前記コンピュータに実行させるプログラム。

【請求項 4】 前記差異を数値として表示することを特徴とする請求項 3 に記載のプログラム。

【請求項 5】 3 次元モデルを変換して生成された解析処理に用いる解析モデルをチェックするコンピュータによって使用された時、

前記解析モデルと前記 3 次元モデルとの差異を求め、

前記差異を表示する、

ことを前記コンピュータに実行させるプログラムを記憶した前記コンピュータが読み出し可能な可搬記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、3次元CAD等で作成した製品形状データを変換する際のチェック機能に関する。

【0002】

【従来の技術】

製品開発等において、3次元CAD等で作成した構造物に対する評価の為に熱流体解析等の各種解析を行う。この種の解析を行う際には、3次元CAD等で作成した製品形状データを変換して、その解析を行うのに適した解析モデルを作成し、この解析モデルに対して種々の解析を行う。

【0003】

図13に製品形状データによる3次元モデルの解析モデルへの変換例を示す。

同図は、3次元CADで作成した製品形状データによる3次元モデルの構造物を解析モデルに変換した例を示すもので、同図(a)は変換前の3次元モデルを表側から示したもの、また同図(b)は変換前の3次元モデルを裏側から示したもの、同図(c)は変換後の3次元モデルを表側から示したもの、同図(d)は変換後の3次元モデルを裏側から示したものである。

【0004】

解析モデルは、元となる3次元モデルを格子分割して、各矩形要素に対して有効判定を行って生成する。よって図13に示すように、解析モデルは、元の3次元モデルとは形状や面積、体積等に誤差が生じる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

変換して得られた解析モデルは、元の3次元モデルとは、形状や面積、体積等において誤差を持つが、この誤差の程度によっては解析処理に使えないことがある。この解析処理に使えるかどうかの判定は、従来はオペレータの経験に基く判断によってなされていた。

【0006】

即ち従来は、図13のような変換前と後の3次元モデルを表示し、オペレータがその形状状態を目視して、その変化を感覚的に判断して解析モデルの善し悪し

を決定していた。このため、定量的な判断基準が無く、また個人の裁量によって判断されるため、その後の解析結果にも処理を行うオペレータで個人差を生じてしまう。よって、解析結果の精度（信憑性）にオペレータ個々の感覚が大きく影響するという欠点があった。

【 0 0 0 7 】

本発明は、生成した解析モデルと変換前の 3 次元モデルとの差異をオペレータに通知することが出来、オペレータが容易に解析モデルが解析に使用できるかどうかの判断を行うことが出来る変換チェック装置及び変換チェック方法を提供することを課題とする。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

本発明による変換チェック装置は、3 次元モデルを変換して生成された解析処理に用いる解析モデルをチェックすることを前提とし、算出部及び表示部を備える。

【 0 0 0 9 】

また本発明は、変換チェック方法、プログラム及び可搬記憶媒体も範囲として含む。

本発明に拠れば、変換前の 3 次元モデルと解析用に変換された解析モデルとの差異を表示することが出来るので、オペレータは、この差異に基づいて解析モデルの評価判断を的確に且つ迅速に行うことが出来る。

【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】

図 1 は本実施形態におけるシステムの構成及び全体の処理手順を示す図である。同図のシステムは、変換チェック装置 1、3 次元 CAD 部 2、データ変換部 3 及び解析部 4 を有する。尚変換チェック装置 1、3 次元 CAD 部 2、データ変換部 3 及び解析部 4 は、それぞれ独立した装置として実現しても、あるいはコンピュータプログラムによって 1 乃至複数のコンピュータ上に置いて実現しても良い。

【 0 0 1 1 】

3次元CAD部2は、オペレータが構造物の3次元モデルを生成する為の処理を行うもので、オペレータが、画面上でマウス等の入力機器によって指示入力すると、これに基づいて3次元CADデータ（製品形状データ）を生成し（ステップS1）、これを中間ファイル21として出力する。

【0012】

データ変換部3は、3次元CAD部2によって中間ファイル21として保存されている3次元CADデータを解析モデルのデータに変換するもので、3次元モデルを格子分割して、各矩形要素それぞれに対して有効判定を行って解析モデルを生成し、中間ファイル31として出力する。

【0013】

本実施形態の変換チェック装置1は、データ変換部3による変換前の3次元モデルと変換後の解析モデルとの形状の変化を数値化して示す。そしてオペレータはこの数値に対して、しきい値を用いる等判断基準を統一化できる。また変換チェック装置1は形状の変化を具体的に表示することが出来、オペレータは解析モデルの善し悪しをよりリアルに判断できる。

【0014】

変換チェック装置1は、データ変換部3が生成した解析モデルをチェックするもので、変換チェック機能部11、体積算出機能部12、表面積算出機能部13、重心位置算出機能部14及び変換チェック表示機能部15より構成されている。変換チェック機能部11は、チェックする内容をオペレータに選択させ、選択結果に基づいて、中間ファイル21、31から3次元モデルのデータを読み出し、体積算出機能部12、表面積算出機能部13及び重心位置算出機能部14に入力して、各種計算を実施させる。体積算出機能部12は、変換前と変換後とでの体積の変化を求める。表面積算出機能部13は、変換前と変換後とでの表面積の変化を求める。重心位置算出機能部14は、変換前と変換後とでの重心の位置の変化を求める。変換チェック表示機能部15は、変換チェック機能部11、体積算出機能部12、表面積算出機能部13及び重心位置算出機能部14によって求められた返還前と変換後の各種変化を画面表示、印刷表示等により表示してオペレータに示す。

【 0 0 1 5 】

尚本実施形態の変換チェック装置 1 は、熱流体解析用のチェックを行うものであり、体積、表面積、重心位置の変化をチェック対象としているが、本発明は、これらのみ限定されるものではなく、他の分野の解析用の 3 次元モデルにも適用することができる。

【 0 0 1 6 】

オペレータは、変換チェック装置 1 によって表示された内容に基づいて、その解析モデルを使用するかどうかの判断を行い（ステップ S 9）、この解析モデルの誤差は解析結果に影響がない程度の大きさであり、解析処理に使用できると判断したならば（ステップ S 9、Y）、解析部 4 によってその解析モデルを使って解析処理を行い、また使用しない場合には（ステップ S 9、N）、条件を変更してデータ変換部 3 によって再度解析モデルを生成させる。

【 0 0 1 7 】

解析部 4 では、変換チェック装置 1 によるチェックをパスした、3 次元モデルを用いて熱流体解析等の各種解析を行う。

解析部 4 では、中間ファイル 3 1 からデータを読み込み（ステップ S 4）、この 3 次元モデルを微調整して解析モデルを作成する（ステップ S 5）。そして温度等の境界条件を設定して（ステップ S 6）、解析処理を実行し（ステップ S 7）、結果を表示する（ステップ S 8）。

【 0 0 1 8 】

次に変換チェック装置 1、3 次元 CAD 部 2、データ変換部 3 及び解析部 4 それぞれで行われる処理の詳細について説明する。

図 2 は、3 次元 CAD 部 2 によって行われる処理の詳細を示す図である。

【 0 0 1 9 】

3 次元 CAD 部 2 は、オペレータが構造物の 3 次元モデルを生成する為の処理を行うものである。オペレータが、画面上でマウス等の入力機器によって構造物の形状を指示入力すると、3 次元 CAD 部 2 は、この入力指示に基づいて構造物の 3 次元 CAD データを生成し、このデータを中間ファイル 2 1 に出力する。

【 0 0 2 0 】

本例では説明を簡略化するために、厚みが一定の三角形（三角柱）形状の構造物 5 1 を C A D 部 2 で作成したものとする。

図 3 はデータ変換部 3 によって行われる処理の詳細を示す図である。

【 0 0 2 1 】

データ変換部 3 では、3 次元 C A D 部 2 で作成された構造物の 3 次元モデルを解析部 4 で処理される解析用の 3 次元モデルに変換する。

データ変換部 3 では、中間ファイル 2 1 より対象となる構造物の 3 次元モデルのデータを読み込み、この 3 次元 C A D データによる構造物を格子（間隔は指示）によって小さな矩形領域に分割する。そして各矩形領域に対して、その矩形領域内の 3 次元 C A D データによる構造物が特定値以上の体積を占めるかどうかを調べ、特定値以上の体積を占める矩形領域を有効とし、その他の矩形領域部分を無効とする。そして有効となった矩形領域には、その矩形領域の大きさの体積の矩形要素が存在し、また無効なった矩形領域からは全て削除して何も存在しないものとして解析モデルを生成し、これを中間ファイル 3 1 に出力する。

【 0 0 2 2 】

図 3 の例では、中間ファイル 2 1 から読み出した 3 次元モデル 5 1 を、底面の三角形の一つの辺と平行な方向（以下 X 方向）に格子線 5 2 を、格子線 5 2 及び底面と垂直方向（以下 Y 方向）の格子線 5 3 をデフォルトの値若しくはオペレータによって指定された値（ $X = 12$ 、 $Y = 6$ ）の幅で設定する。そして格子線 5 2、5 3 で囲まれた矩形領域 5 4 内にある 3 次元モデルの体積が矩形領域の体積の 50% 以上となる部分に対しては有効、50% 未満となる部分は無効とし、有効部分の矩形領域においてはその領域と同じ大きさの矩形要素をセットし、無効部分の矩形領域からは要素を削除して、3 次元モデル 5 5 を作成している。

【 0 0 2 3 】

尚本例では、対象となっている構造物が厚みが一定の形状であるので、X、Y の 2 方向の格子線 5 2、5 3 によって構造物を矩形領域に分けたが、厚さが一定でない場合には、X 方向と Y 方向に垂直な Z 方向の格子線をも用いて 3 次的に構造物を分ける。

【 0 0 2 4 】

データ変換部 3 によって生成された解析モデルは、変換チェック装置 1 によって、解析に用いることが出来るかどうかのチェックが成される。

図 4 は、変換チェック装置 1 のデータ変換チェック機能部 11 及び体積算出機能部 12 によって行われる処理の詳細を示す図である。

【0025】

データ変換チェック機能部 11 は、変換チェック装置 1 が行う 1 乃至複数のチェック内容をオペレータに選択させ、選択されたチェック内容に基づいて体積算出機能部 12、表面積算出機能部 13 及び重心位置算出機能部 14 によって 3 次元モデルのチェックを行う。

【0026】

データ変換チェック機能部 11 は、チェック項目の選択画面 61 を表示して変換チェック装置 1 によってチェックする内容をオペレータに選択させる。そして、対象となっている 3 次元モデルを中間ファイル 21、31 から読出し、これをオペレータが選択した 1 乃至複数のチェック項目に従って、体積算出機能部 12、表面積算出機能部 13 及び重心位置算出機能部 14 に入力して、各種計算を実施させる。

【0027】

図 4 では、表示された選択画面 61 上からオペレータによってチェック項目として体積誤差のチェックが選択されており、データ変換チェック機能部 11 は、中間ファイル 21 及び 31 から読み出した 3 次元モデルを体積算出機能部 12 に出力する。

【0028】

体積算出機能部 12 では、中間ファイル 21 内のデータ変換部 3 による変換前の 3 次元モデル及び中間ファイル 31 内のデータ変換部 3 による変換後の 3 次元モデルの体積を求め、変換前と後の 3 次元モデルでの体積誤差（変化量）並びに体積誤差量（3 次元 CAD データに対する誤差量）を計算する。

【0029】

本例では、3 次元 CAD 部 2 によって厚みが一定の三角形（三角柱）形状の構造物 51 を作成した場合を例としているので、この構造物 51 の体積は {（底辺

寸法×高さ寸法) / 2} × 厚みで求まる。

【 0 0 3 0 】

またデータ変換部 3 によって 3 次元 CAD データによる 3 次元モデルを格子分割して生成した 3 次元モデル 5 5 の体積は、格子分割した矩形要素それぞれに対して縦寸法×横寸法×厚み寸法を計算して体積を求め、求まった各矩形要素の体積を積算して求める。

【 0 0 3 1 】

次に、体積算出機能部 1 2 は、体積誤差として 2 つの体積の比、及び変換前と変換後の 3 次元モデルでの体積の差が格子分割した矩形要素何個分に当たるかを示す体積誤差量を計算する。

【 0 0 3 2 】

同図では、3 次元 CAD データによる 3 次元モデルの体積 $A = \{ (\text{底辺寸法} \times \text{高さ寸法}) / 2 \} \times \text{厚み}$ と格子分割による変換後の 3 次元モデルの体積 $B = \sum (\text{縦寸法} \times \text{横寸法} \times \text{厚み寸法})$ から体積誤差 $C = (A - B) / A$ 及び体積誤差量 $= (A \times C) / (\text{格子分割した矩形要素の縦寸法} \times \text{横寸法} \times \text{厚み寸法})$ を求める。

【 0 0 3 3 】

図 5 は、データ変換部 3 によって変換された 3 次元モデル 5 5 のデータ構造例を示す図である。

変換後の 3 次元モデルのデータは、同図 (a) に示すように 3 次元モデルを構成する n 個の矩形要素それぞれに対して 8 つの頂点の座標を記録する構成となっている。

【 0 0 3 4 】

変換後の 3 次元モデルのデータは、矩形要素の 8 つの頂点に対して同図 (b) のように座標番号 1 ~ 8 を決め、矩形番号 1 の矩形要素の座標番号 1 の頂点 (X 1, Y 1, Z 1) は (0. 0, 0. 0, 0. 0)、座標番号 2 の頂点 (X 2, Y 2, Z 2) は (1 0. 0, 0. 0, 0. 0)、・・・、座標番号 8 の頂点 (X 8, Y 8, Z 8) は (1 0. 0, 1 0. 0, 1 0. 0) という形で 3 次元モデルを構成する全ての矩形要素に対して 8 つの頂点の座標を記録している。

【 0 0 3 5 】

格子分割による変換後の 3 次元モデルの体積 B の算出は、各矩形要素の体積を算出し、その総和から全体の体積を求める。図 5 (a) の例の場合、例えば矩形番号 1 の矩形要素の体積は横寸法 = $X_2 - X_1$ 、縦寸法 = $Y_3 - Y_1$ 、厚み寸法 = $Z_5 - Z_1$ として求め、この値を用いて体積 (= 横寸法 × 縦寸法 × 厚み寸法) を求める。そしてこのようにして求めた各矩形要素の体積を積算して 3 次元モデル 5 の全体積を求める。

【 0 0 3 6 】

図 6 は、表面積算出機能部 1 3 による処理の詳細を示す図である。

表面積算出機能部 1 3 は、中間ファイル 2 1 内のデータ変換部 3 による変換前の 3 次元モデル及び中間ファイル 3 1 内のデータ変換部 3 による変換後の 3 次元モデルの表面積を求め、変換前と後の 3 次元モデルでの誤差 (変化量) 並びに表面積誤差量 (3 次元 CAD データに対する誤差量) を計算する。

【 0 0 3 7 】

本例では、3 次元 CAD 部 2 によって厚みが一定の三角形 (三角柱) 形状の構造物 5 1 を作成した場合を例としているので、この構造物 5 1 の面積 M は (底辺寸法 × 高さ寸法) + Σ (各辺寸法 × 厚み寸法) で求まる。

【 0 0 3 8 】

またデータ変換部 3 によって 3 次元 CAD データによる 3 次元モデルを格子分割して生成した 3 次元モデル 5 5 の表面積 N は、格子分割した要素それぞれに対して (縦寸法 × 横寸法 × 2)、(横寸法 × 厚み寸法 × 2)、(縦寸法 × 厚み寸法 × 2) を計算し、これらの値を積算して求める。

【 0 0 3 9 】

図 5 のデータにおいて変換後の 3 次元モデルの表面積を求める場合を例とすると、前面、後面、左面、右面、下面および上面を

- ・ 前面 : 座標番号 1, 2, 4, 3 後面 : 座標番号 5, 6, 8, 7
- ・ 左面 : 座標番号 1, 5, 7, 3 右面 : 座標番号 2, 6, 8, 4
- ・ 下面 : 座標番号 1, 2, 6, 5 上面 : 座標番号 3, 4, 8, 7

の頂点を持つものと定義した場合、矩形番号 1 の矩形要素の表面積は

- ・ 前後面 : $(X_2 - X_1) \times (Y_3 - Y_1) + (X_6 - X_5) \times (Y_7 - Y_5)$

- ・ 左右面： $(Y3 - Y1) \times (Z5 - Z1) + (Y4 - Y2) \times (Z6 - Z2)$
 - ・ 上下面： $(Z5 - Z1) \times (X2 - X1) + (Z7 - Z3) \times (X5 - X1)$
- の総和となる。

【 0 0 4 0 】

同様にして矩形番号 2 ～ n の矩形要素の表面積を求めこれらの総和を算出し、この総和の値から重複表面（矩形要素が隣り合う面）の表面積を引く。

重複表面の探索は、例えば矩形番号 1 の矩形要素をベースとして、矩形番号 1 の矩形要素の各面と 4 つ頂点の座標が一致する面を矩形番号 2 ～ n の矩形要素の面から抽出する。次に矩形番号 2 の矩形要素をベースとして、矩形番号 2 の矩形要素の各面と 4 つ頂点の座標が一致する面を矩形番号 3 ～ n の矩形要素の面から抽出する。以下同様に矩形番号 3 ～ n の矩形要素をベースとして、4 つ頂点の座標が一致する面を抽出する。例えば、矩形番号 1 の矩形要素の右隣に矩形番号 2 の矩形要素が位置するならば、矩形番号 1 の矩形要素の右面との矩形番号 2 の矩形要素の左面では 4 つの頂点全ての座標が一致するため、この 2 面が削除対象となる。

【 0 0 4 1 】

このようにして抽出した重複表面の面積を計算して、これを全矩形要素の表面積の総和から引くことによって、データ変換部 3 による変換後の 3 次元モデルの表面積が求まる。

【 0 0 4 2 】

次に、表面積算出機能部 1 3 は、表面積誤差として 2 つの表面積の比、及びその差が格子分割した矩形要素何個分に当たるかを示す表面積誤差量を計算する。

図 6 では、3 次元 CAD データによる 3 次元モデルの表面積 M と格子分割による変換後の 3 次元モデルの表面積 N から表面積誤差 $O = (M - N) / M$ 及び表面積誤差量 $= (M \times O) / (\text{格子分割した矩形要素の縦寸法} \times \text{横寸法} \times \text{厚み寸法})$ を求める。

【 0 0 4 3 】

図 7 は、重心位置算出機能部 1 4 による処理の詳細を示す図である。

重心位置算出機能部 1 4 は、中間ファイル 2 1 内のデータ変換部 3 による変換

前の 3 次元モデル及び中間ファイル 3 1 内のデータ変換部 3 による変換後の 3 次元モデルの重心の位置を求める。

【 0 0 4 4 】

本例では、3 次元 CAD 部 2 によって厚みが一定の三角柱の形状の構造物 5 1 を作成した場合を例としているので、この構造物 5 1 の重心 M は 3 角柱の底面の各角度の $1/2$ で交わる点を求めることによって求まる。

【 0 0 4 5 】

またデータ変換部 3 によって 3 次元 CAD データによる 3 次元モデルを格子分割して生成した 3 次元モデル 5 5 の重心位置 N (X, Y) は、各格子要素の重心位置を求め、各格子要素の重心位置と原点との距離 (i, j) と各格子要素の体積 $n(i)(j)$ を乗算したものを積算し、これを変換後の 3 次元モデル 5 5 の全体積 $W = \sum \sum n(i)(j)$ で割ることによって求まる。

【 0 0 4 6 】

図 5 のデータにおいて変換後の 3 次元モデルの重心位置を求める場合を例とすると、矩形番号 1 の矩形要素の重心の位置は、

- ・ X 方向の座標 X : $(X_1 + (X_2 - X_1)) / 2$
- ・ Y 方向の座標 Y : $(Y_1 + (Y_3 - Y_1)) / 2$
- ・ Z 方向の座標 Z : $(Z_1 + (Z_5 - Z_1)) / 2$

となる。

【 0 0 4 7 】

矩形番号 2 ~ n の矩形要素についても同様にして重心の位置を求める。そして矩形要素の体積を w とするとモデル 5 5 の重心位置 N の X 座標は $(1/W) \sum (X \times w)$ 、Y 座標は $(1/W) \sum (Y \times w)$ 、Z 座標は $(1/W) \sum (Z \times w)$ となる。

【 0 0 4 8 】

図 8 は、変換チェック表示機能部 1 5 によって表示されるチェック結果の表示画面例を示す図である。

同図では、体積、表面積、重心についてのチェック結果を示すもので、選択ボタン 7 8 a ~ 7 8 e に基いて誤差表示、誤差量、重心移動、差分などが画面分割

して表示されている。

【 0 0 4 9 】

同図の例では、3次元データによる3次元モデルの形状71とデータ変換部3による変換後の3次元モデルの形状72がその重心位置73、74と共に並列表示し、またチェック結果として2つの3次元モデルの体積誤差75及び表面積誤差76が%表示で示している。そして体積及び表面積の誤差量（体積誤差量、表面積誤差量）を1つの矩形要素の体積（表面積）を1単位としてその誤差が矩形要素いくつ分に当たるかを誤差量77として視覚的に表示している。

【 0 0 5 0 】

また図8に示した表示画面では、画面上でオペレータが選択ボタン78a～78eのON/OFFを切替えると、表示内容が変更できる。

図8の例では、体積算出機能部12による計算結果を表示する体積誤差78a、表面積算出機能部13による計算結果を表示する表面積誤差78b、重心位置算出機能部14による計算結果を表示する重心78c、重ね合わせ78d及び差分78eの選択ボタンがあり、そのうち体積誤差78a、表面積誤差78b及び重心78cがONとなっており、体積算出機能部12による計算結果、表面積算出機能部13による計算結果、重心位置算出機能部14による計算結果が表示されている。

【 0 0 5 1 】

図9は、図8の画面上で、重ね合わせの選択ボタン78dをONにした場合の表示画面例を示す図である。

重ね合わせの選択ボタン78dがONとなると、同図に示すように3次元データによる3次元モデルの形状71とデータ変換部3による変換後の3次元モデルの形状72がその重心位置73、74と共に重ね合わせて表示される。尚この時、可視化しやすいように変換前の3次元モデルの形状71を半透明にして表示する。

【 0 0 5 2 】

図10は、選択ボタン78a、78b、78d、78eをONにした場合の表示画面例を示す図である。

同図の表示画面では、差分の選択ボタン 7 8 e が ON となっているため 3 次元データによる 3 次元モデルの形状とデータ変換部 3 による変換後の 3 次元モデルの形状の差異を視覚的に表示している。

【 0 0 5 3 】

同図では、矩形要素毎に、3 次元データによる 3 次元モデルの形状 7 1 とデータ変換部 3 による変換後の 3 次元モデルの形状 7 2 とで完全に重なっていない部分、即ち重なり部分が 5 0 % 以上の部分及び 5 0 % 未満の部分で斜線及び格子線で示している。即ち 3 次元データによる 3 次元モデルの形状 7 1 とデータ変換部 3 による変換後の 3 次元モデルの形状 7 2 とで、体積において重複が 5 0 % 未満の矩形要素は斜線 8 1 で表され、5 0 % 以上重複している矩形要素は格子線 8 2 で表されている。尚このとき、1 0 0 % の重複している格子要素に対しては特別な表示はせずに、形状 7 1 と 7 2 で差異がある部分のみを際立たせている。

【 0 0 5 4 】

オペレータは、選択ボタン 7 8 a ~ 7 8 e を操作して、変換前と変換後の 3 次元モデルの変化を調べることが出来る。また形状の変化を数値によって、あるいは視覚的に表示させることが出来る。よって、オペレータは、数値をしきい値と比較したり、視覚表示にされた誤差を比較する等、この表示内容から解析部 4 で行う解析処理で影響のある項目の誤差のチェックを、十分に行うことが出来る。

【 0 0 5 5 】

そしてオペレータは、誤差のチェックから、この解析モデルを用いて解析部 4 によって解析処理を行うか、条件を変更して再度データ変換部 3 に解析モデルを生成させるかを判断する。

【 0 0 5 6 】

例えば、熱流体解析分野では、熱容量として体積、放熱面積として表面積は重要な項目となっている。本実施形態の変換チェック装置 1 では、変換前後の 3 次元モデルの体積、表面積の比較を数値（誤差 %）を表示し利用者に提示（表示）することができる。また、誤差分の形状を目安として合わせて表示、現状形状と変換形状の差分を表示する。

【 0 0 5 7 】

また構造解析分野では、重心位置のズレが重要となるが、変換チェック装置 1 では、変換前の 3 次元モデルと変換後の 3 次元モデルでの重心位置の違いを比較して示すことが出来る。

【 0 0 5 8 】

図 1 1 は、図 1 のシステムの一部または全部の機能を汎用のコンピュータ上で実現した場合のコンピュータのシステム環境図である。

同図のコンピュータは、CPU 9 1、各プログラムのワークエリアとなる主記憶装置 9 2、各プログラムやデータベースが記録されるハードディスク等の補助記憶装置 9 3、ディスプレイ、キーボード等の入出力装置（I/O）9 4、モデムやネットワーク接続装置 9 5 及びディスク、磁気テープなどの可搬記憶媒体から記憶内容を読み出す媒体読取り装置 9 6 を有し、これらが互いにバス 9 8 により接続される構成を備えている。

【 0 0 5 9 】

変換チェック装置 1 や 3 次元 CAD 部 2、データ変換部 3 及び解析部 4 の機能をソフトウェアによって実現した場合、CPU 9 1 がプログラムに基いて、主記憶装置 9 2 をワークエリアとして、主記憶装置 9 2 若しくは補助記憶装置 9 3 上の領域に実現されたライブラリ格納部 9 1 からデータを読み出して実現する。

【 0 0 6 0 】

図 1 1 のコンピュータでは、媒体読取り装置 9 6 により磁気テープ、フレキシブルディスク、CD-ROM、MO 等の記憶媒体 9 7 に記憶されているプログラム、データを読み出し、これを主記憶装置 9 2 または補助記憶装置 9 3 にダウンロードする。そして本実施形態による各処理は、CPU 9 1 がこのプログラムやデータを実行することにより、ソフトウェア的に実現させることが出来る。

【 0 0 6 1 】

また、図 1 1 のコンピュータでは、フレキシブルディスク等の記憶媒体 9 7 を用いてアプリケーションソフトの交換が行われる場合がある。よって、本発明は、変換チェック装置及び変換チェック方法に限らず、コンピュータにより使用されたときに、上述した本発明の実施形態の機能をコンピュータに行わせるためのプログラムやプログラムを記憶したコンピュータ読み出し可能な記憶媒体 9 7 と

して構成することもできる。

【0062】

この場合、「記憶媒体」には、例えば図12に示されるように、CD-ROM、フレキシブルディスク（あるいはMO、DVD、リムーバブルハードディスク等であってもよい）等の媒体駆動装置107に脱着可能な可搬記憶媒体106や、ネットワーク回線103経由で送信される外部の装置（サーバ等）内の記憶手段（データベース等）102、あるいはコンピュータ101の本体104内のメモリ（RAM又はハードディスク等）105等が含まれる。可搬記憶媒体106や記憶手段（データベース等）102に記憶されているプログラムは、本体104内のメモリ（RAM又はハードディスク等）105にロードされて、実行される。

【0063】

（付記1） 3次元モデルを変換して生成された解析処理に用いる解析モデルをチェックする変換チェック装置であって、

前記解析モデルと前記3次元モデルとの差異を求める算出部と、

前記差異を表示する変換チェック表示部と、

を備えることを特徴とする変換チェック装置。

【0064】

（付記2） 3次元モデルを変換して生成された解析処理に用いる解析モデルをチェックする変換チェック方法であって

前記解析モデルと前記3次元モデルとの差異を求め、

前記差異を表示する、

ことを特徴とする変換チェック方法。

【0065】

（付記3） 3次元モデルを変換して生成された解析処理に用いる解析モデルをチェックするコンピュータによって実行されるプログラムであって、

前記解析モデルと前記3次元モデルとの差異を求め、

前記差異を表示する、

ことを前記コンピュータに実行させるプログラム。

【 0 0 6 6 】

(付記 4) 前記差異を数値として表示することを特徴とする付記 3 に記載のプログラム。

(付記 5) 前記差異を視覚的に表示することを特徴とする付記 3 又は 4 に記載のプログラム。

【 0 0 6 7 】

(付記 6) 前記差異は、体積の差異、表面積の差異、重心の位置の差異の少なくとも 1 つを含むことを特徴とする付記 3 乃至 5 のいずれか 1 つに記載のプログラム。

(付記 7) 前記 3 次元モデルと前記解析モデルを重ねて表示することを特徴とする付記 3 乃至 6 のいずれか 1 つに記載のプログラム。

【 0 0 6 8 】

(付記 8) 前記 3 次元モデルと前記解析モデルとで完全に重なっていない部分を示して表示することを特徴とする付記 7 に記載のプログラム。

(付記 9) 前記解析モデルは、前記 3 次元モデルを格子分割し、各矩形要素に対して有効判定を行って生成することを特徴とする付記 3 乃至 8 のいずれか 1 つに記載のプログラム。

【 0 0 6 9 】

(付記 1 0) 3 次元モデルを変換して生成された解析処理に用いる解析モデルをチェックするコンピュータによって使用された時、

前記解析モデルと前記 3 次元モデルとの差異を求め、

前記差異を表示する、

ことを前記コンピュータに実行させるプログラムを記憶した前記コンピュータが読み出し可能な可搬記憶媒体。

【 0 0 7 0 】

【発明の効果】

本発明によれば、変換前と変換後の形状の変化状態を数値化することで、判断基準を統一化できる。

【 0 0 7 1 】

また解析モデルのチェックに必要な種々の項目を視覚的に表示することが出来る。

よって変換後の解析モデルを安心して利用でき、また解析結果の精度向上させることが出来る。

【 0 0 7 2 】

また、変換前と変換後の形状変化が数値化して表示したり、視覚的に表示することが出来るので、生成された解析モデルが解析に用いることが出来るかどうかの判断を迅速に行うことが出来、解析モデルの作成時間を短縮することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本実施形態におけるシステムの構成及び全体の処理手順を示す図である。

【図 2】

3 次元 C A D 部によって行われる処理の詳細を示す図である。

【図 3】

データ変換部によって行われる処理の詳細を示す図である。

【図 4】

データ変換チェック機能部及び体積算出機能部によって行われる処理の詳細を示す図である。

【図 5】

データ変換部によって変換された 3 次元モデルのデータ構造例を示す図である。

【図 6】

表面積算出機能部による処理の詳細を示す図である。

【図 7】

重心位置算出機能部による処理の詳細を示す図である。

【図 8】

変換チェック表示機能部によって表示されるチェック結果の表示画面例を示す図

(その1)である。

【図9】

変換チェック表示機能部によって表示されるチェック結果の表示画面例を示す図(その2)である。

【図10】

変換チェック表示機能部によって表示されるチェック結果の表示画面例を示す図(その3)である。

【図11】

本実施形態におけるコンピュータのシステム環境図である。

【図12】

媒体例を示す図である。

【図13】

製品形状データによる3次元モデルの解析モデルへの変換例を示す図である。

【符号の説明】

- 1 変換チェック装置
- 2 3次元CAD部
- 3 データ変換部
- 4 解析部
- 11 変換チェック機能部
- 12 体積算出機能部
- 13 表面積算出機能部
- 14 重心位置算出機能部
- 15 変換チェック表示機能部
- 21, 31 中間ファイル
- 51 構造物
- 52, 53 格子線
- 54 矩形領域
- 55 3次元モデル
- 61 選択画面

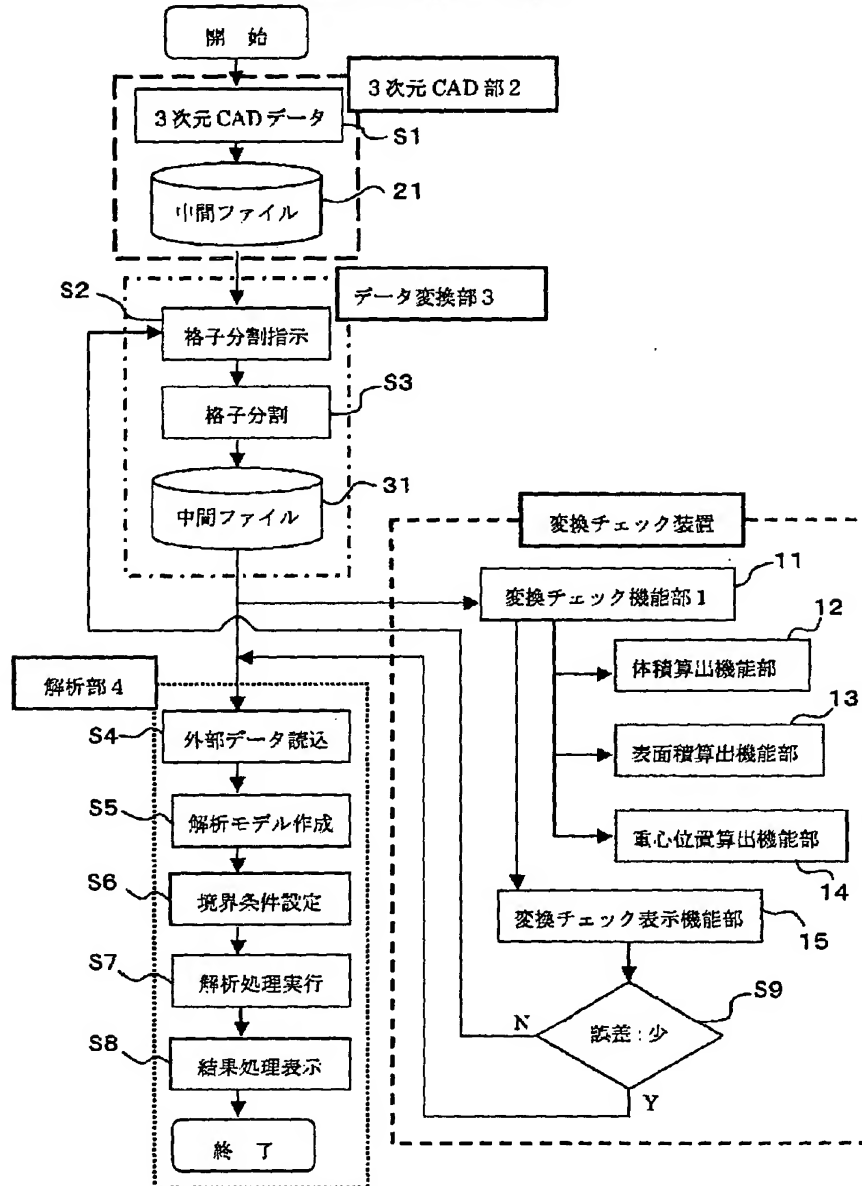
- 9 1 C P U
- 9 2 主記憶装置
- 9 3 補助記憶装置
- 9 3 入出力装置
- 9 5 ネットワーク接続装置
- 9 6 媒体読取装置
- 9 7 記憶媒体
- 9 8 バス
- 1 0 1 情報処理装置
- 1 0 2 記憶手段
- 1 0 3 ネットワーク回線
- 1 0 4 本体
- 1 0 5 メモリ
- 1 0 6 可搬記憶媒体

【書類名】

図面

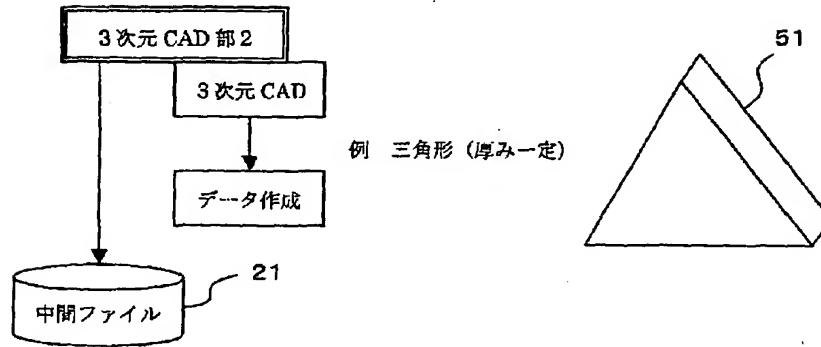
【図 1】

本実施形態におけるシステムの構成及び全体の
処理手順を示す図



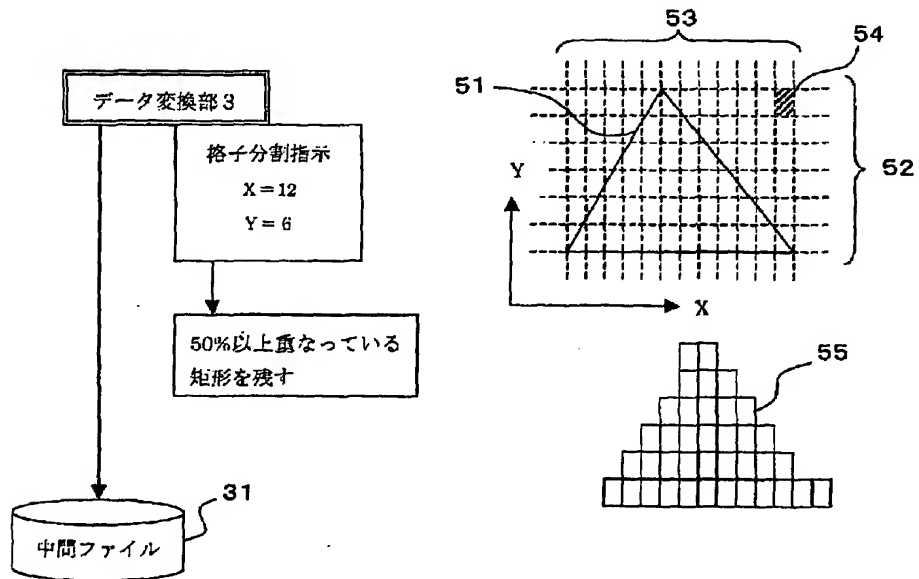
【図 2】

3次元CAD部によって行われる処理の
詳細を示す図



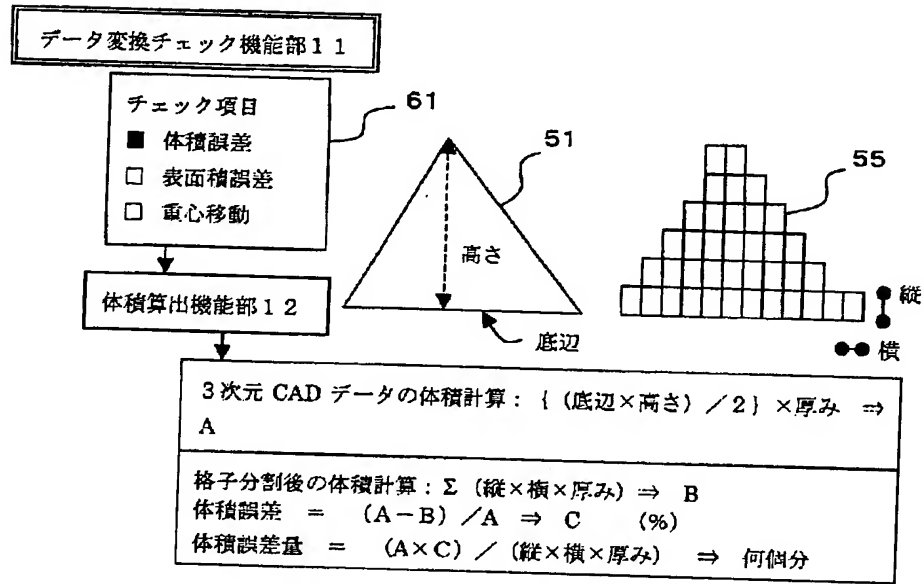
【図 3】

データ変換部によって行われる処理の
詳細を示す図



【図 4】

データ変換チェック機能部及び体積算出機能部
によって行われる処理の詳細を示す図



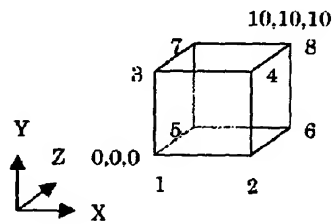
【図 5】

データ変換部によって変換された3次元モデル
のデータ構造例を示す図

分割後のデータ構造 (例)

	座標番号 1			...	座標番号 8		
矩形番号	座標 X1	座標 Y1	座標 Z1	...	座標 X8	座標 Y8	座標 Z8
1	0.0	0.0	0.0		10.0	10.0	10.0
2	10.0	0.0	0.0		20.0	10.0	10.0
3							
4							
5							
.							
n							

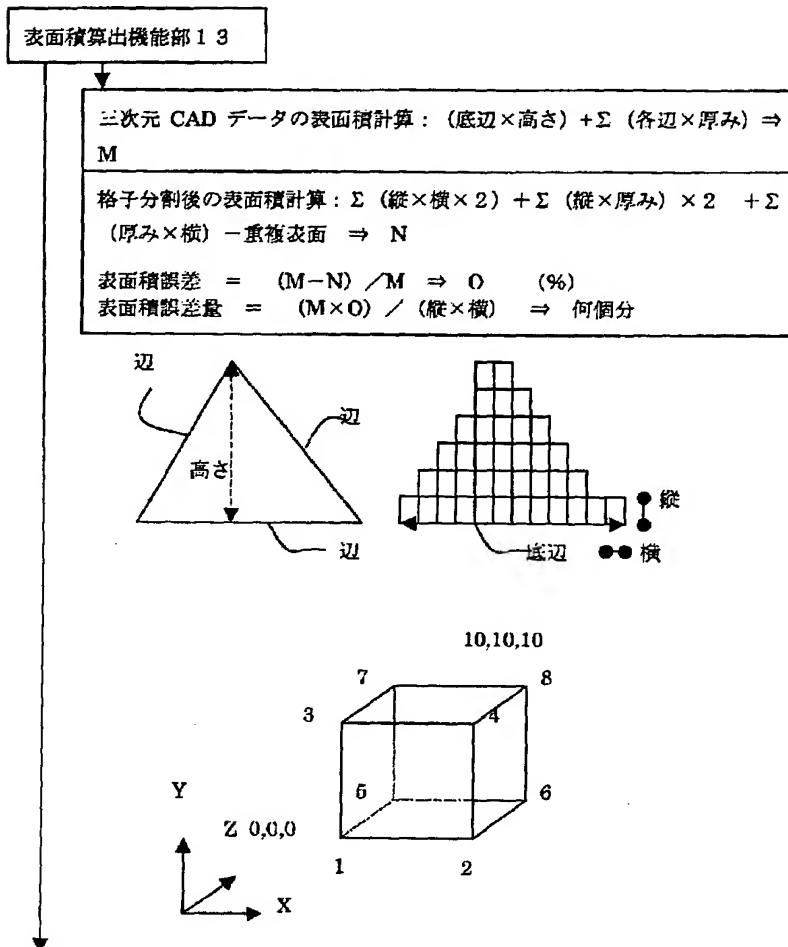
(a)



(b)

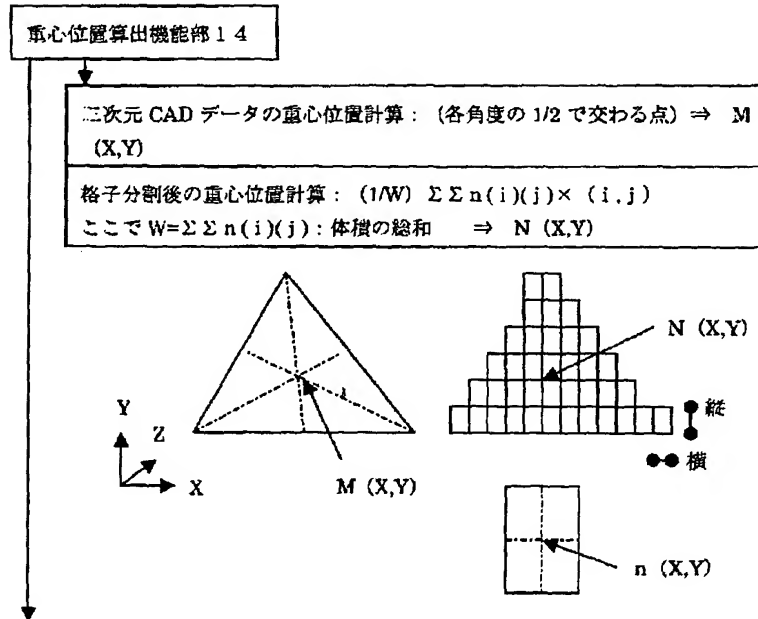
【図 6】

表面積算出機能部による処理の詳細を示す図



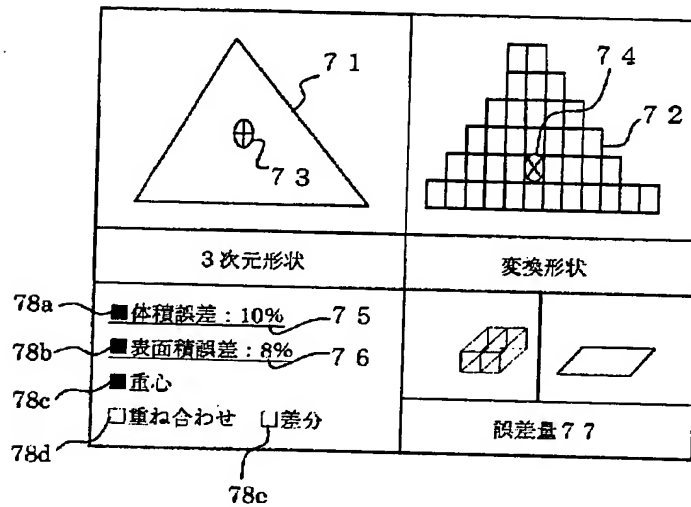
【図 7】

重心位置算出機能部による処理の詳細を示す図



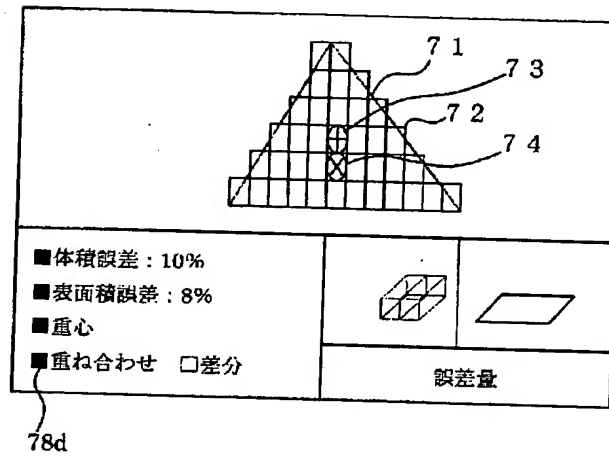
【図 8】

変換チェック表示機能部によって表示される
チェック結果の表示画面例を示す図(その1)



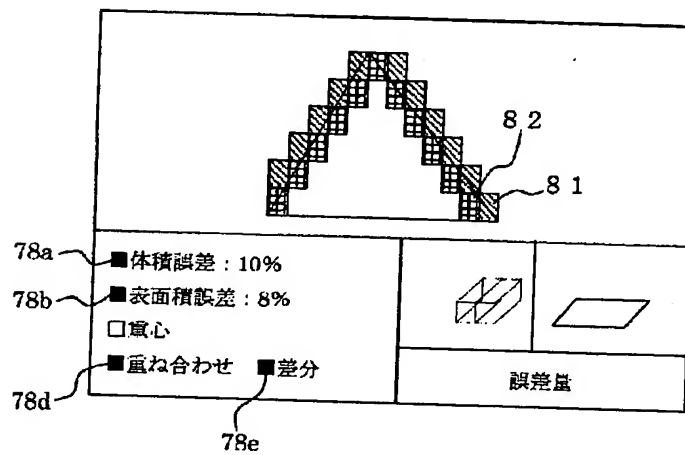
【図 9】

変換チェック表示機能部によって表示される
チェック結果の表示画面例を示す図(その2)



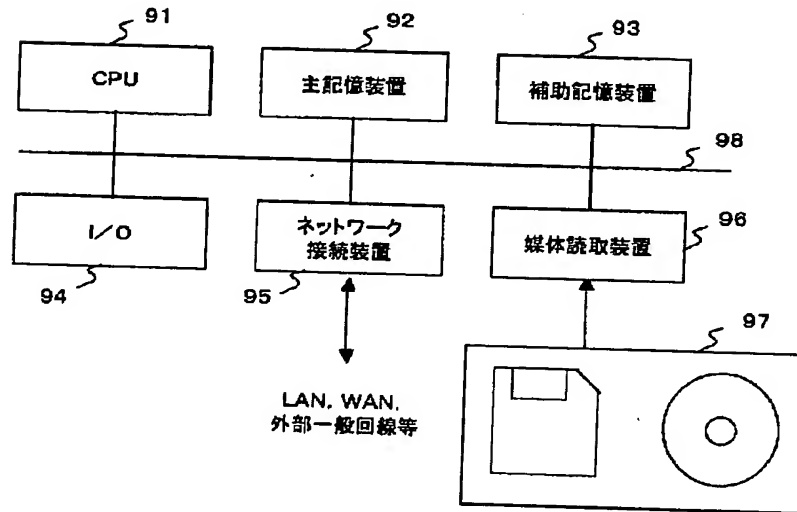
【図10】

変換チェック表示機能部によって表示される
チェック結果の表示画面例を示す図(その3)



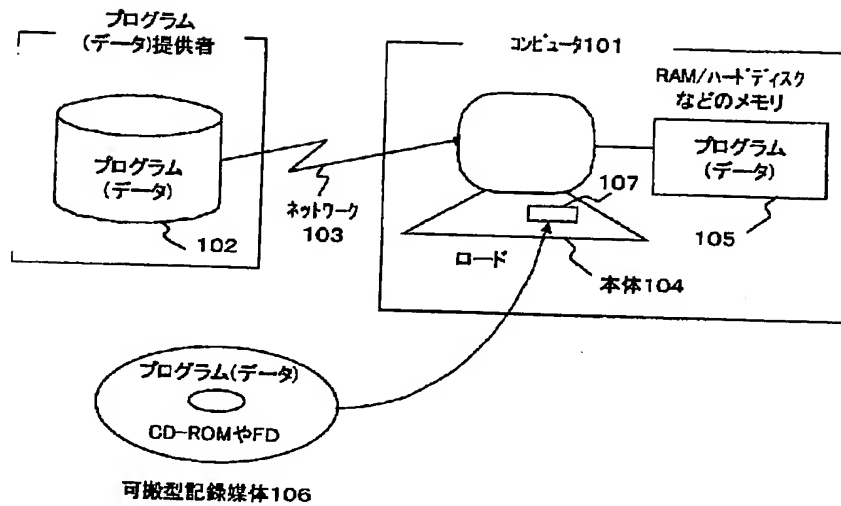
【図 11】

本実施形態におけるコンピュータのシステム環境図



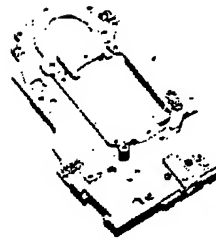
【図 12】

媒体例を示す図

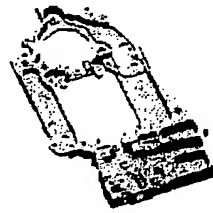


【図 1 3】

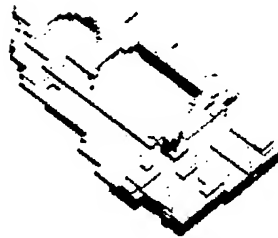
製品形状データによる3次元モデルの
解析モデルへの変換例を示す図



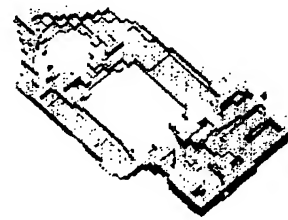
(a)



(b)



(c)



(d)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、生成した解析モデルと変換前の３次元モデルとの差異をオペレータに通知する変換チェック装置及び変換チェック方法を提供することを課題とする。

【解決手段】 データ変換部３による変換前の３次元モデルと変換後の解析モデルとの、体積の差異を体積算出機能部１２によって、表面積の差異を表面積算出機能部１３によって、重心位置の差異を重心位置算出機能部１４によって求め、これらを変換チェック表示機能部１５によって表示する。この表示内容からオペレータは、解析モデルに対する評価を的確に行うことができる。

【選択図】 図１

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日	1996年 3月26日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名	富士通株式会社